

**Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу

«Технічна реконструкція будівель»

Частина 1. «Підсилення залізобетонних конструкцій»

(для студентів 4-5 курсів денної та заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти напряму підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво»)

Харків ХНАМГ 2007

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу «Технічна реконструкція будівель». Частина 1. «Підсилення залізобетонних конструкцій» (для студентів 4-5 курсів денної та заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти напряму підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Молодченко Г.А., Псурцева Н.О., Пустовойтова О.М. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 24 с.

Укладачі: Г.А.Молодченко, Н.О.Псурцева, О.М.Пустовойтова

Рецензент: Є.С.Седишев

Рекомендовано кафедрою будівельних конструкцій,
протокол № 10 від 26.06.07.

1. Загальні вказівки

Ці методичні вказівки складені для студентів спеціальностей МБГ і ТОРiРБ) з урахуванням навчального плану.

У вказівках викладена методика основних положень розрахунку й конструювання підсилення залізобетонних і кам'яних елементів будівель.

За індивідуальним завданням необхідно запроектувати зміцнення несучих конструкцій. Будівля прийнята із жорсткою конструктивною схемою.

1.1 Етапи виконання курсового проекту

а) розробити компоновку конструктивної схеми будівлі без підвалу з вибором розбивочних осей, прив'язати до них колони й зовнішні стіни, розкласти плити збірного перекриття. Покриття будівлі – плоске, без технічного поверху, водовідвід внутрішній;

б) розрахувати і законструювати підсилення одного з несучих елементів будівлі:

- ригель шпренгельною стяжкою;
- ригель горизонтальною стяжкою;
- колону попередньо напруженими розпорками;
- колону залізобетонною обоймою.

1.2. Склад курсового проекту

Пояснювальна записка повинна включати титульний аркуш, завдання на проектування, вступ, розрахунок і конструювання, список літератури.

Графічна частина включає фрагменти плану і розрізу будівлі, технічне рішення та конструювання підсилення запропонованого за варіантом елемента.

2. Розрахунок і конструювання підсилення несучих елементів будівлі

2.1. Підсилення залізобетонних несучих елементів будівлі

2.1.1. Розрахунок підсилення ригеля шпренгельною стяжкою

2.1.1.1. Дані для проектування

Прийнято статично визначений ригель прямокутного перерізу (рис. 1). Бетон класу В25, армування згідно із схемою рис. 1. Після реконструкції навантаження на ригель збільшилось з $(g+v) = 73,47$ кН/м до 95 кН/м.

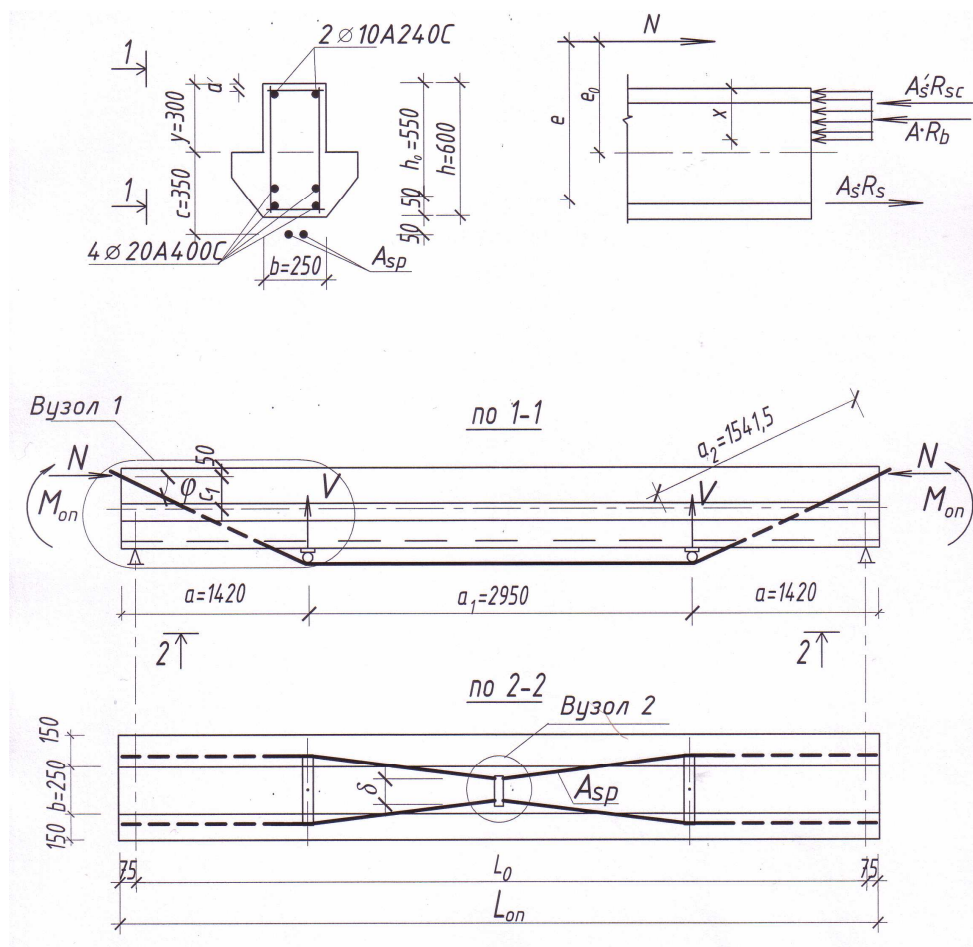


Рис. 1 – Підсилення ригеля шпренгельною стяжкою

2.1.1.2. Розрахунок

Несуча здатність ригеля до реконструкції становить

$$M_u = R_b b x (h_o - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_o - a');$$

з умови рівноваги

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b} = \frac{37,5 \cdot 19,63 - 22,5 \cdot 1,57}{1,45 \cdot 25} = 19,33 \text{ см},$$

$$M_u = 1,45 \cdot 25 \cdot 19,33(55 - 0,5 \cdot 19,33) + 22,5 \cdot 1,57(55 - 4) = 33568,4 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Діючий на ригель згинальний момент після реконструкції і збільшення навантаження дорівнює:

$$M_{tot} = \frac{ql_o^2}{8} = \frac{95 \cdot 5,79^2}{8} = 398,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$M_{tot} = 398,1 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_u = 335,7 \text{ кН} \cdot \text{м}, \text{ тобто необхідне підсилення ригеля.}$$

Зусилля в стяжці шпренгеля (розпір)

$$N = \frac{M_{tot} - M_u}{c} = \frac{398,1 - 335,7}{0,35} = 178,3 \text{ кН}.$$

Визначаємо площу перерізу стяжки:

$$A_{sp} = \frac{N}{\gamma_{sp} \cdot R_{sp}} = \frac{178,3}{0,8 \cdot 37,5} = 5,94 \text{ см}^2.$$

Приймаємо згідно із сортаментом 2Ø20 А400С ($A_{sp} = 6,28 \text{ см}^2$).

Реакція шпренгеля на балку

$$V = N \cdot \operatorname{tg} \varphi = 178,3 \cdot \frac{60}{142} = 75,3 \text{ кН}.$$

Опорний момент

$$M_{on} = N \cdot c_l = 178,3 \cdot 0,25 = 44,6 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Момент від реакції шпренгеля

$$M_v = - V \cdot a = - 75,3 \cdot 1,42 = - 106,9 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Сумарний момент у прольоті

$$M_{np.} = M_{tot} + M_{on} + M_v = 398,1 + 44,6 - 106,9 = 335,8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Наводимо систему сил до однієї зовнішньої сили N з ексцентриситетом:

$$e_o = \frac{M_{np.}}{N} = \frac{335,8}{178,3} = 1,88 \text{ м}.$$

$$\text{Тоді } e = e_o + h_o - y = 188 + 55 - 30 = 213 \text{ см}.$$

Перевіряємо несучу здатність перерізу.

З умови рівноваги після реконструкції

$$N + R_s A_s = R_{sc} A'_s + R_b b x,$$

$$x = \frac{N + R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b} = \frac{178,3 + 37,5 \cdot 19,63 - 22,5 \cdot 1,57}{1,45 \cdot 25} = 24,3 \text{ см},$$

$$\xi = \frac{x}{h_o} = \frac{24,3}{55} = 0,442 < \xi_y = 0,563.$$

Перевіряємо міцність після підсилення. Враховуючи зміну конструктивної і розрахункової схем, несуча здатність після підсилення буде

$$N \cdot e \leq R_{sc} A'_s (h_o - a') + R_b \cdot b \cdot x (h_o - 0,5 x) = 22,5 \cdot 1,57 (55 - 4) + \\ + 1,45 \cdot 25 \cdot 24,3 (55 - 0,5 \cdot 24,3) = 39547,1 \text{ кН см}$$

$$N \cdot e = 178,3 \cdot 2,13 = 379,8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$N \cdot e = 379,8 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{u,tot} = 395,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Умова виконується, тобто міцність після підсилення забезпечена.

2.1.1.3. Конструювання шпренгеля

Для включення шпренгеля в спільну роботу з ригелем приймаємо попереднє напруження в ньому $\sigma_{sp} = 100 \text{ МПа} = 10 \text{ кН/см}^2$.

Необхідне подовження шпренгеля

$$\Delta l = \frac{\sigma_{sp} \cdot l}{E_{sp}}, \quad \text{де } l = 2a_2 + a_1 = 2 \cdot 154,15 + 295 = 603,3 \text{ см}.$$

$$\Delta l = \frac{100 \cdot 603,3}{2,0 \cdot 10^5} = 0,3 \text{ см}.$$

Розраховуємо величину зближення стержнів δ у прольоті для створення попереднього напруження в стяжці:

$$\delta = b - \sqrt{(a_1 + \Delta l)^2 - a_1^2} = 25 - \sqrt{(295 + 0,3)^2 - 295^2} = 25 - 13,3 = 11,7 \text{ см}.$$

Враховуючи податливість вузлів, приймаємо $\delta = 10 \text{ см}$.

Приклад конструювання вузлів шпренгельної стяжки наведений в додатках 2, 3.

2.1.2. Розрахунок підсилення ригеля горизонтально напруженою стяжкою

Всі дані відповідають прикладу 2.1, схема армування і підсилення показана на рис 2.

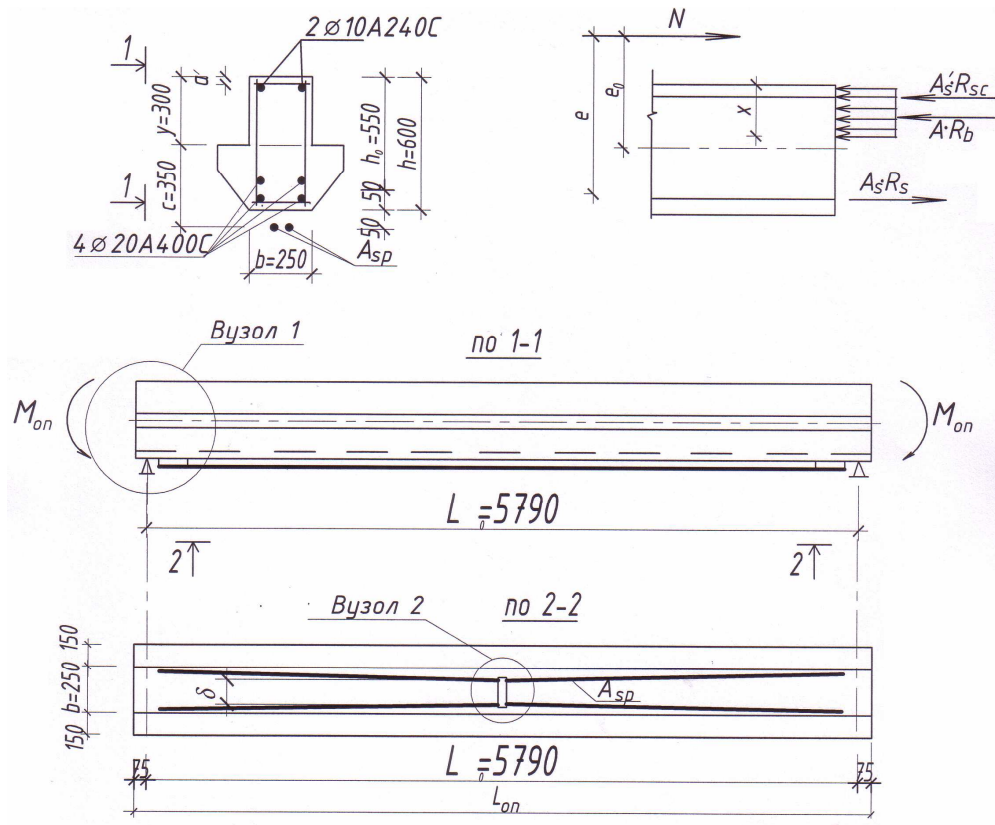


Рис. 2 – Підсилення ригеля горизонтальною стяжкою

2.1.2.1. Розрахунок

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b} = 19,33 \text{ см.}$$

$$M_u = R_b b x (h_o - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_o - a') = 335,7 \text{ кН·м.}$$

$$M_{tot} = 398,1 \text{ кН·м} > M_u = 335,7 \text{ кН·м, тобто необхідно підсилити ригель.}$$

Зусилля у стяжці (розпір)

$$N = \frac{M_{tot} - M_u}{c} = 178,3 \text{ кН.}$$

Необхідна площа перерізу стяжки

$$A_{sp} = \frac{N}{\gamma_{sp} R_{sp}} = 5,94 \text{ см}^2.$$

Приймаємо згідно із сортаментом 2Ø20 А400С ($A_{sp} = 6,28 \text{ см}^2$).

Зусилля у стяжці створює момент

$$M_{on} = - N \cdot c = - 178,3 \cdot 0,35 = -62,4 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Сумарний момент у прольоті

$$M_{np} = M_{tot} + M_{on} = 398,1 - 62,4 = 335,7 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Наводимо систему сил до однієї зовнішньої сили N з ексцентриситетом

$$e_o = \frac{M_{np}}{N} = \frac{335,7}{178,3} = 1,88 \text{ м.}$$

$$\text{Тоді } e = e_o + h_o - y = 188 + 55 - 30 = 213 \text{ см.}$$

Визначаємо висоту стиснутої зони x позацентрово стиснутого елемента з умови рівноваги:

$$N + A_s R_s = R_{sc} A'_s + R_b \cdot b \cdot x,$$

$$x = \frac{N + A_s R_s - R_{sc} A'_s}{R_b b} = 24,3 \text{ см.}$$

$$\xi = \frac{x}{h_o} = \frac{24,3}{55} = 0,442 < \xi_y = 0,563.$$

Перевіряємо міцність після підсилення. Враховуючи зміну конструктивної і розрахункової схем, несуча здатність після підсилення

$$N \cdot e \leq R_{sc} A'_s (h_o - a') + R_b \cdot b \cdot x (h_o - 0,5x) = 39547,1 \text{ кН}\cdot\text{см}$$

$$N \cdot e = 178,3 \cdot 2,13 = 379,8 \text{ кН}\cdot\text{м} < M_{u,tot} = 395,5 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Умова виконується, тобто несучої здатності балки після підсилення достатньо для сприйняття додаткового навантаження.

2.1.2.2. Конструювання

Щоб включити стяжку у спільну працю з ригелем, необхідно створити в ньому попереднє напруження. Приймаємо $\sigma_{sp} = 10 \text{ кН/см}^2$.

Подовження стяжки

$$\Delta l = \frac{\sigma_{sp} l_o}{E_s} = \frac{100 \cdot 579}{2,0 \cdot 10^5} = 0,289 \text{ см.}$$

створюємо шляхом поперечного натягування стяжним болтом, при цьому відстань між стержнями стяжки має бути менше ніж на опорах на $\sqrt{(l + \Delta l)^2 - l^2} = \sqrt{(579 + 0,289)^2 - 579^2} = 18,29 \text{ см.}$

Величина зближення стержнів стяжки у центрі

$$\delta = b - \sqrt{(l + \Delta l)^2 - l^2} = 25 - 18,29 = 6,71 \text{ см.}$$

Приймаємо із запасом на податливість вузлів $\delta = 5 \text{ см.}$

Приклад конструювання вузлів горизонтально напруженої стяжки наведено в додатках 4, 5.

2.1.3. Розрахунок і конструювання підсилення колони попередньо напруженими розпорками

2.1.3.1. Дані для проектування

Центрально стиснута залізобетонна колона довжиною $l_o = 4,3 \text{ м}$, поперечним перерізом $h_c \times b_c = 30 \times 30 \text{ см} = 900 \text{ см}^2$ з бетону класу В25, робочою поздовжньою арматурою 4Ø22 А400С ($A'_s = 15,2 \text{ см}^2$) має несучу здатність

$$N_u = \eta \cdot \varphi (R_b A + R_{sc} A'_s),$$

де $\eta = 1,0$; $\varphi = 0,898$.

$$N_u = 1,0 \cdot 0,898 (1,45 \cdot 900 + 37,5 \cdot 15,2) = 1683,75 \text{ кН.}$$

У процесі реконструкції будови навантаження на колону збільшилось і складає $N_{tot} = 2500 \text{ кН.}$

2.1.3.2. Розрахунок

Тому що $N_{tot} = 2500 \text{ кН} > N_u = 1683,75 \text{ кН}$, необхідно підсилити колону.
Схема підсилення показана на рис. 3.

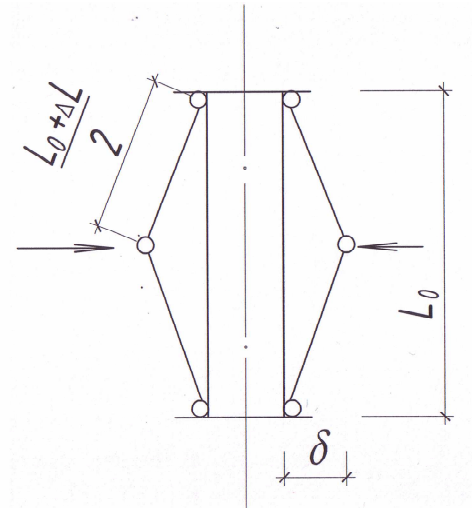


Рис. 3 – Схема підсилення колони попередньо напруженими розпорками

Визначаємо переріз розпорок з кутової сталі ($R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2$):

$$A_y = \frac{N_{tot} - N_u}{\varphi_y \cdot \gamma_y \cdot R_y},$$

де φ_y – коефіцієнт поздовжнього згину, приймається з розрахунку колони φ ,

γ_y – коефіцієнт умов роботи розпорок, $\gamma_y = 0,9$.

$$A_y = \frac{2500 - 1683,75}{0,898 \cdot 0,9 \cdot 24} = 42,1 \text{ см}^2.$$

За сортаментом металевого прокату приймаємо $4\angle 90 \times 6$ ($A_y = 42,4 \text{ см}^2$),
 $i = 2,78 \text{ см}$ (радіус інерції).

Кутки з'єднуємо між собою металевими планками перерізом $80 \times 8 \text{ мм}^2$
кроком $l_n \leq 40i = 40 \cdot 2,78 = 110,8 \text{ см}$. Приймаємо $l_n = 60 \text{ см}$.

2.1.3.3. Розрахунок стійкості розпорок при введенні їх в роботу

Гнучкість

$$\lambda = \frac{0,5l_o}{i} = \frac{0,5(430 - 60 - 10 + 15)}{2,78} = 67,5.$$

При $\lambda = 67,5$, $\varphi = 0,767$.

Напруження в розпорці $\sigma_{sp} = R_y \cdot \varphi = 24 \cdot 0,767 = 18,4 \text{ кН/см}^2$.

Для забезпечення спільної роботи розпорок з колоною попереднє напруження в розпорці σ_{sp} при її вводиті в роботу призначаємо в межах $70 \div 100 \text{ МПа} < \sigma = 18,4 \text{ кН/см}^2$. Беремо $\sigma_{sp} = 90 \text{ МПа} = 9 \text{ кН/см}^2$.

Визначаємо початкове зміщення стику розпорок від колони. Необхідне подовження розпорок

$$\Delta l = \frac{\sigma_{sp} l_o}{E_s} = \frac{90 \cdot 375}{2,0 \cdot 10^5} = 0,169 \text{ см.}$$

Довжина розпорок до монтажу має бути $l_o + \Delta l = 375 + 0,169 = 375,169 \text{ см.}$

Зміщення стику розпорок δ від грані колони

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{375,169}{2}\right)^2 - \left(\frac{375}{2}\right)^2} = 5,63 \text{ см.}$$

Враховуючи податливість стиків вузлів, приймаємо $\delta = 10 \text{ см.}$

Перевіряємо міцність підсиленого перерізу:

$$N_{u,tot} = \eta \cdot \varphi (R_b A + R_{sc} A'_s + \gamma_y \cdot R_y \cdot A_y) = \\ = 1 \cdot 0,898 (1,45 \cdot 900 + 37,5 \cdot 15,2 + 0,9 \cdot 24 \cdot 42,4) = 2506,2 \text{ кН}$$

$$N_{tot} = 2500 \text{ кН} < N_{u,tot} = 2506,2 \text{ кН.}$$

Умова виконується, тобто міцність колони після підсилення забезпечена.

Приклади конструювання підсилення колон цивільної і промислової будівель попередньо напруженими розпорками наведені в додатках 6, 7.

2.1.4. Розрахунок і конструювання підсилення колони залізобетонною обоймою

2.1.4.1. Дані для проектування

Всі дані відповідають прикладу 2.3.

При розрахунку підсилення рекомендується: бетон обойми призначати міцністю не менше міцності бетону колони; коефіцієнт поздовжнього згину перерізу обойми φ_{ad} прирівнювати коефіцієнту φ для колони; прирівнювати коефіцієнти армування колони μ та обойми μ_{ad} ; мінімальна товщина обойми – 50 мм; необхідно забезпечити заходи щодо зчеплення старого бетону з новим – насічка поверхні; промивка водою під тиском; використання спеціальних додатків.

Приймаємо для обойми бетон класу В25, арматуру – класу А400С.

2.4.2. Розрахунок обойми

Визначаємо необхідну площу перерізу бетону обойми

$$A_{ad} = \frac{N_{tot} - N_u}{\gamma_{ad} \varphi_{ad} (R_{b.ad} + \mu_{ad} R_{sc.ad})},$$

$$\text{де } \mu_{ad} = \mu = \frac{A'_s}{A} = \frac{15,2}{900} = 0,017;$$

$\gamma_{ad} = 0,75$ – коефіцієнт умов роботи обойми;

$\varphi_{ad} = \varphi = 0,898$.

$$A_{ad} = \frac{2500 - 1683,75}{0,75 \cdot 0,898(1,45 + 37,5 \cdot 0,017)} = 579 \text{ см}^2.$$

Сумарна площа перерізу підсиленої колони

$$A_{tot} = A + A_{ad} = 900 + 579 = 1479 \text{ м}.$$

Потрібний розмір квадратного перерізу підсиленої колони

$$h_{c.tot} = \sqrt{A_{tot}} = 38,46 \text{ см}.$$

Враховуючи мінімальну товщину обойми, приймаємо $h_{c.tot} = 40 \text{ см}$, тоді

$$A_{ad} = A_{tot} - A = 1000 - 900 = 700 \text{ см}^2.$$

Виходячи з умов $\mu_{ad} = \mu$, визначаємо площу перерізу арматури обойми:

$$A'_{s.ad} = \mu \cdot A_{ad} = 0,017 \cdot 700 = 11,9 \text{ см}^2.$$

Приймаємо згідно із сортаментом 4Ø20 A400C ($A'_{s.ad} = 12,56 \text{ см}^2$).

Перевіряємо міцність підсиленого перерізу

$$\begin{aligned} N_{u.tot} &= \eta \cdot \varphi (R_b A + R_{sc} A'_s + \gamma_{ad} R_{b.ad} A_{ad} + \gamma_{ad} R_{sc.ad} A'_{s.ad}) = \\ &= 1 \cdot 0,898 (1,45 \cdot 900 + 37,5 \cdot 15,2 + 0,75 \cdot 1,45 \cdot 700 + 0,75 \cdot 37,5 \cdot 12,56) = \\ &= 2684,6 \text{ кН}. \end{aligned}$$

$$N_{tot} = 2500 \text{ кН} < N_{u.tot} = 2684,6 \text{ кН}$$

Умова виконується, тобто міцність підсиленого перерізу забезпечена.

Приклад конструювання підсилення колони залізобетонною обоймою наведений в додатках 8, 9.

Список літератури

1. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. - М.:Стройиздат, 1985
2. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. – М.: Стройиздат, 1987.
3. СНиП 11-21-81. Каменные и армокаменные конструкции. – М.: Стройиздат, 1982.
4. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). – М.:Стройиздат, 1978.
5. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). – М.:Стройиздат, 1978.
6. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. – М.:Стройиздат, 1985.
7. Молодченко Г.А., Гринь В.И. Реконструкция и усиление зданий и сооружений. – К.: ІСДО, 1993.
8. Семенов В.Н. Унификация и стандартизация проектной документации для строительства. – М.: Стройиздат, 1985.

Таблиця 1 - Розрахункові опори важкого бетону і
його початковий модуль пружності, МПа

Розрахункові параметри	Клас бетону за міцністю при стисканні							
	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40
Для першої групи граничних станів								
Осьовий стиск (призмova міцність) R_b	6	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0
Осьовий розтяг R_{bt}	0,57	0,66	0,75	0,90	1,05	1,2	1,3	1,4
Початковий модуль пружності бетону E_b	$18 \cdot 10^3$	$21 \cdot 10^3$	$23 \cdot 10^3$	$27 \cdot 10^3$	$30 \cdot 10^3$	$32,5 \cdot 10^3$	$34,5 \cdot 10^3$	$36 \cdot 10^3$

Таблиця 2 - Розрахункові опори і модуль пружності арматури, МПа

Клас арматури	Розрахунковий опір			Модуль пружності E_s
	Для розрахунку за першою групою граничних станів			
	Розтягу		Стиску	
	R_s	R_{sw}	R_{sc}	
Стержньова арматура класу				
A240C	225	175	225	$21 \cdot 10^4$
A300C	280	225	280	$21 \cdot 10^4$
A400C Ø6...8	365	290	365	$20 \cdot 10^4$
Ø10...40	375	290	375	$20 \cdot 10^4$
Дротяна арматура класу Вр-1				
Ø3 мм	375	270	375	$17 \cdot 10^4$
Ø4 мм	365	265	365	$17 \cdot 10^4$
Ø5 мм	360	260	360	$17 \cdot 10^4$

Таблиця 3 - Геометричні характеристики перерізу

ξ	η	A_o	ξ	η	A_o	ξ	η	A_o
0,01	0,995	0,01	0,24	0,88	0,211	0,47	0,765	0,36
0,02	0,99	0,02	0,25	0,875	0,219	0,48	0,76	0,365
0,03	0,985	0,03	0,26	0,87	0,226	0,49	0,755	0,37
0,04	0,98	0,039	0,27	0,865	0,234	0,50	0,75	0,375
0,05	0,975	0,049	0,28	0,86	0,241	0,51	0,745	0,38
0,06	0,97	0,058	0,29	0,855	0,248	0,52	0,74	0,385
0,07	0,965	0,068	0,30	0,85	0,255	0,53	0,735	0,39
0,08	0,960	0,077	0,31	0,845	0,262	0,54	0,73	0,394
0,09	0,955	0,086	0,32	0,84	0,269	0,55	0,725	0,399
0,10	0,95	0,095	0,33	0,835	0,276	0,56	0,72	0,403
0,11	0,945	0,104	0,34	0,83	0,282	0,57	0,715	0,407
0,12	0,94	0,113	0,35	0,825	0,289	0,58	0,71	0,412
0,13	0,935	0,122	0,36	0,82	0,295	0,59	0,705	0,416
0,14	0,93	0,13	0,37	0,815	0,302	0,6	0,70	0,42
0,15	0,925	0,139	0,38	0,81	0,308	0,61	0,695	0,424
0,16	0,95	0,147	0,39	0,805	0,314	0,62	0,69	0,428
0,17	0,915	0,156	0,40	0,80	0,32	0,63	0,685	0,432
0,18	0,91	0,164	0,41	0,795	0,326	0,64	0,68	0,435
0,19	0,905	0,172	0,42	0,79	0,332	0,65	0,675	0,439
0,20	0,90	0,18	0,43	0,785	0,335	0,66	0,67	0,442
0,21	0,895	0,188	0,44	0,78	0,343	0,67	0,665	0,446
0,22	0,89	0,196	0,45	0,775	0,349	0,68	0,66	0,449
0,23	0,885	0,204	0,46	0,77	0,354	0,69	0,655	0,452

Таблиця 4 - Коефіцієнти φ_b і φ_r

φ_b									φ_r								
$\frac{N_l}{N}$	При l_o/h_c								$\frac{N_l}{N}$	При l_o/h_c							
	≤ 6	8	10	12	14	16	18	20		≤ 6	8	10	12	14	16	18	20
0	0.93	0.92	0.91	0.9	0.89	0.88	0.86	0.84	0	0.93	0.92	0.91	0.9	0.89	0.88	0.86	0.84
0.5	0.92	0.91	0.9	0.89	0.86	0.82	0.78	0.72	0.5	0.92	0.92	0.91	0.89	0.88	0.86	0.83	0.79
1	0.92	0.91	0.89	0.86	0.82	0.76	0.69	0.61	1	0.92	0.91	0.9	0.89	0.87	0.84	0.79	0.74

17

Таблиця 5 - Коефіцієнти ξ_y і A_y

Клас арматури	γ_{b2}	B15 ($R_b = 8,5$ МПа)		B20 ($R_b = 11,5$ МПа)		B25 ($R_b = 14,5$ МПа)		B30 ($R_b = 17,0$ МПа)	
		ξ_y	A_y	ξ_y	A_y	ξ_y	A_y	ξ_y	A_y
A300C $R_s = 280$	1.0	0.648	0.438	0.620	0.428	0.593	0.417	0.571	0.408
	0.9	0.671	0.446	0.644	0.437	0.617	0.427	0.595	0.418
A400C $R_s = 375$	1.0	0.618	0.427	0.590	0.416	0.563	0.404	0.541	0.395
	0.9	0.646	0.437	0.618	0.427	0.591	0.416	0.568	0.407

Таблиця 6 - Сортамент арматури

Діаметр мм	Розрахункова площа поперечного перерізу, см ² , при кількості стержнів									Теоретична вага, кг	Діаметри для арматури класів			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		A240C	A300C	A400C	Bp-1
3	0,071	0,141	0,212	0,283	0,353	0,424	0,495	0,565	0,636	0,055				+
4	0,126	0,251	0,377	0,502	0,628	0,754	0,879	1,005	1,130	0,099				+
5	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,178	1,375	1,571	1,767	0,154				+
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,7	1,98	2,26	2,54	0,222	+		+	
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	0,395	+		+	
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	0,617	+	+	+	
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	0,888	+	+	+	
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	1,208	+	+	+	
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	1,578	+	+	+	
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	1,998	+	+	+	
20	3,142	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	2,466	+	+	+	
22	3,801	7,60	11,40	15,20	19,00	22,81	26,61	30,41	34,21	2,984	+	+	+	
25	4,909	9,82	14,73	19,63	25,54	29,45	34,36	39,27	44,18	3,84	+	+	+	
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	4,83	+	+	+	
32	8,043	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	6,31	+	+	+	
36	10,179	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	7,99	+	+	+	
40	12,566	25,13	37,7	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	9,865	+	+	+	

Примітка: Знак “+” визначає наявність діаметра в сортаменті для арматури даного класу

Таблиця 7 - Розрахункові опори сталі в обоймі

Вид армування	R_{sc}, R_{sw} , МПа		
	Сталь класу		Дротяна арматура класу Вр-1
	A240С, смугова і кутикова	A300С	
Поперечна арматура	155	200	220
Поздовжня арматура без безпосередньої передачі навантаження на обойму	45	57,5	-
Те саме при передачі навантаження з однієї сторони	135	165	-
Те саме з двох сторін	200	250	-

Таблиця 8 - Коефіцієнт поздовжнього згину кладки φ

Гнучкість		φ при пружній характеристиці α					
λ_n	λ_i	1500	1000	750	500	350	200
4	14	1,00	1,00	1,00	0,98	0,97	0,90
6	21	0,98	0,96	0,95	0,91	0,88	0,81
8	28	0,95	0,92	0,90	0,85	0,80	0,70
10	35	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,60
12	42	0,88	0,84	0,79	0,79	0,67	0,51
14	49	0,85	0,79	0,73	0,66	0,57	0,43
16	56	0,81	0,74	0,68	0,59	0,50	0,37
18	63	0,77	0,70	0,63	0,53	0,45	0,32
20	76	0,69	0,61	0,53	0,43	0,35	0,24
26	90	0,61	0,52	0,45	0,36	0,29	0,20
30	104	0,53	0,45	0,39	0,32	0,25	0,17
34	118	0,44	0,38	0,32	0,26	0,21	0,14
38	132	0,36	0,31	0,26	0,21	0,17	0,12
42	146	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,09
46	160	0,21	0,18	0,16	0,13	0,10	0,07
50	173	0,17	0,15	0,13	0,10	0,08	0,05
54	187	0,13	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04

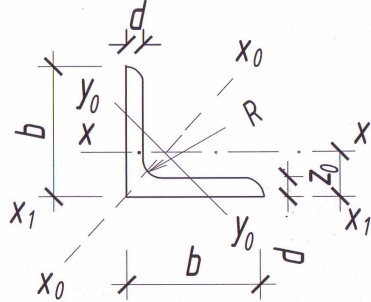
Примітка: Для проміжних значень λ коефіцієнт φ визначаємо за інтерполяцією.

Таблиця 9 – Коефіцієнти φ поздовжнього згину центрально стиснутих сталевих елементів

Гнучкість λ	Коефіцієнти φ для елементів із сталі з розрахунковим опором R_y , МПА (кгс/см ²)											
	200 (2050)	240 (2450)	280 (2850)	320 (3250)	360 (3650)	400 (4100)	440 (4500)	480 (4900)	520 (5300)	560 (5700)	600 (6100)	640 (6550)
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	846	839	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	746	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	628	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	518	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	522	483	447	413	380	349	326	305	287
100	599	542	493	448	408	369	335	309	286	267	250	235
110	537	478	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	419	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	223	204	189	175	163	153	145
140	376	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057

Примітка. Значення коефіцієнтів φ в таблиці збільшені в 1000 разів.

Таблиця 10 – Сортамент прокатної сталі. Сталь прокатна кутова рівнобока (вибірка з ГОСТ 8509-57)



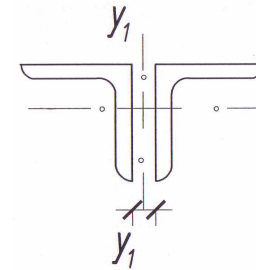
П о з н а ч е н н я:

b - ширина полиці

d - момент полиці

J - момент інерції

r - радіус інерції



Розміри кутків, мм		R, мм	Площа перерізу $A_y, \text{м}^2$	Вага 1 пог.м, кг	Відстань центра ваги z_0 , см	Ось x-x		Ось x_1-x_1	Ось x_0-x_0		Ось y_0-y_0		Радіуси інерції i_{y2} для двох кутків при δ , мм			
b	d					I_x , см	i_x , см		I_{x0} , см	i_{x0} , см	I_{y0} , см	i_{y0} , см	$\delta=8$	$\delta=10$	$\delta=12$	$\delta=14$
45	4	5	3,48	2,73	1,26	6,63	1,38	12,1	10,5	1,74	2,74	0,89	2,16	2,24	2,32	2,40
	5		4,29	3,37	1,30	8,03	1,37	15,3	12,7	1,72	3,33	0,88	2,18	2,26	2,34	2,42
50	4	5,5	3,89	3,05	1,38	9,21	1,54	16,6	14,6	1,94	3,80	0,99	2,35	2,43	2,51	2,59
	5		4,80	3,77	1,42	11,2	1,53	20,9	17,8	1,92	4,63	0,98	2,38	2,45	2,53	2,61
56	4	6	4,38	3,44	1,52	13,1	1,73	23,3	20,8	2,18	5,41	1,11	2,58	2,66	2,73	2,81
	5		5,41	4,25	1,57	16,0	1,72	29,2	25,4	2,16	6,59	1,10	2,61	2,72	2,77	2,85
63	4	7	4,96	3,90	1,69	18,9	1,95	33,1	29,9	2,45	7,81	1,25	2,86	2,93	3,01	3,09
	5		6,13	4,81	1,74	23,1	1,94	41,5	36,6	2,44	9,52	1,25	2,89	2,96	3,04	3,12
	6		7,23	5,72	1,78	27,1	1,93	50,0	42,9	2,43	11,2	1,24	2,90	2,99	3,06	3,14
70	4,5	10,7	6,20	4,87	1,88	29,0	2,16	51,0	46,0	2,72	12,0	1,39	3,14	3,21	3,29	3,37
	5		6,86	5,38	1,90	31,9	2,16	56,7	50,7	2,72	13,2	1,39	3,16	3,23	3,30	3,38
	6		8,15	6,39	1,94	37,6	2,15	68,4	59,6	2,71	15,5	1,38	3,18	3,25	3,33	3,40
	7		9,42	7,39	1,99	43,0	2,14	80,1	68,2	2,69	17,8	1,37	3,20	3,28	3,36	3,44
	8		10,7	8,37	2,02	48,2	2,13	91,9	76,4	2,68	20,0	1,37	3,22	3,29	3,37	3,45
75	5	9	7,39	5,80	2,02	39,5	2,31	69,6	62,6	2,91	16,4	1,49	3,35	3,42	3,49	3,57

	6		8,78	6,89	2,06	46,6	2,30	83,9	73,9	2,90	19,3	1,48	3,30	3,44	3,52	3,60
	7		10,1	7,96	2,10	53,3	2,29	98,3	84,6	2,89	22,1	1,48	3,40	3,47	3,54	3,62
	8		11,5	9,02	2,15	59,8	2,28	113,0	94,9	2,87	24,8	1,47	3,43	3,50	3,57	3,65
	9		12,8	10,1	2,18	66,1	2,27	127	105	2,86	27,5	1,46	3,44	3,51	3,59	3,67
80	5,5	9	8,63	6,78	2,17	52,7	2,47	93,2	83,6	3,11	21,8	1,59	3,57	3,64	3,71	3,79
	6		9,38	7,36	2,19	57,0	2,47	102	90,4	3,11	23,5	1,58	3,58	3,65	3,72	3,80
	7		10,8	8,51	2,23	65,3	2,45	119	104	3,09	27,0	1,58	3,60	3,67	3,75	3,82
	8		12,3	9,65	2,27	73,4	2,44	137	116	3,08	30,3	1,57	3,62	3,69	3,77	3,84
90	6	10	10,6	8,33	2,43	82,1	2,78	145	130	3,50	34,0	1,79	3,96	4,04	4,11	4,19
	7		12,3	9,64	2,47	94,3	2,77	169	150	3,49	38,9	1,78	3,99	4,06	4,13	4,21
	8		13,9	10,9	2,51	106	2,76	194	168	3,48	43,8	1,77	4,01	4,08	4,16	4,23
	9		15,6	12,2	2,55	111,8	2,75	219	186	3,46	48,6	1,77	4,04	4,11	4,19	4,25
100	6,5	12	12,8	10,1	2,68	122	3,09	214	193	3,88	50,7	1,99	4,36	4,43	4,50	4,57
	7		13,8	10,8	2,71	131	3,08	231	207	3,88	54,2	1,98	4,38	4,45	4,52	4,59
	8		15,6	12,2	2,75	147	3,07	265	233	3,87	60,9	1,98	4,40	4,47	4,54	4,62
	10		19,2	15,1	2,83	179	3,05	333	284	3,84	74,1	1,96	4,44	4,52	4,59	4,66
	12		22,8	17,9	2,91	209	3,03	402	331	3,81	86,9	1,95	4,48	4,56	4,63	4,71
	14		26,3	20,6	2,99	237	3,00	472	375	3,78	99,3	1,94	4,53	4,60	4,68	4,76
	16		29,7	23,3	3,06	264	2,98	542	416	3,74	112	1,94	4,57	4,64	4,72	4,80
110	7	12	15,2	11,9	2,96	176	3,40	308	279	4,29	72,7	2,19	4,76	4,85	4,92	5,00
	8		17,2	13,5	3,00	198	3,39	353	315	4,28	81,8	2,18	4,80	4,87	4,95	5,02
125	8	14	19,7	15,5	3,36	294	3,87	516	467	4,87	122	2,49	5,30	5,46	5,53	5,60
	9		22,0	17,3	3,40	327	3,86	582	520	4,86	135	2,48	5,41	5,48	5,56	5,63
	10		24,3	19,1	3,45	360	3,85	649	571	4,84	149	2,47	5,44	5,52	5,58	5,66
	12		28,9	22,7	3,53	422	3,82	782	670	4,82	174	2,46	5,48	5,55	5,62	5,70
	14		33,4	26,2	3,61	482	3,80	916	764	4,78	200	2,45	5,52	5,60	5,67	5,75
	16		37,8	29,6	3,68	539	3,78	1051	853	4,75	224	2,44	5,56	5,63	5,72	5,78

140	9	14	24,7	19,4	3,78	466	4,34	818	739	5,47	192	2,79	6,02	6,10	6,16	6,24
	10		27,3	21,5	3,82	512	4,33	911	814	5,46	211	2,78	6,05	6,12	6,19	6,26
	12		32,5	25,5	3,90	602	4,31	1097	957	5,43	248	2,76	6,08	6,15	6,25	6,30
160	10	16	31,4	24,7	4,30	774	4,96	1356	1229	6,25	319	3,19	6,84	6,91	6,97	7,05
	11		34,4	27,0	4,35	844	4,95	1494	1341	6,24	348	3,18	6,86	6,93	7,00	7,07
	12		37,4	29,4	4,39	913	4,94	1633	1450	6,23	376	3,17	6,88	6,95	7,02	7,09
	14		43,3	34,0	4,47	1046	4,92	1911	1662	6,20	431	3,16	6,91	6,98	7,05	7,13
	16		49,1	38,5	4,55	1175	4,89	2191	1866	6,17	485	3,14	6,95	7,03	7,10	7,18
	18		54,8	43,0	4,63	1299	4,87	2472	2061	6,13	537	3,13	7,00	7,07	7,14	7,22
	20		60,4	47,4	4,70	1419	4,85	2756	2248	6,10	589	3,12	7,04	7,11	7,18	7,26
180	11	16	38,8	30,5	4,85	1216	5,60	2128	1933	7,06	500	3,59	7,67	7,74	7,81	7,82
	12		42,2	33,1	4,89	1317	5,59	2324	2093	7,04	540	3,58	7,69	7,76	7,83	7,84
200	12	18	47,1	37,0	5,37	1823	6,22	3182	2896	7,84	749	3,99	8,48	8,55	8,62	8,69
	13		50,9	39,9	5,42	1961	6,21	3452	3116	7,83	805	3,98	8,50	8,58	8,64	8,71
	14		54,6	42,8	5,46	2097	6,20	3722	3333	7,81	861	3,97	8,52	8,60	8,66	8,73
	16		62,0	48,7	5,54	2363	6,17	4264	3755	7,78	970	3,96	8,56	8,64	8,70	8,77
	20		76,5	60,1	5,70	2871	6,12	5355	4560	7,72	1182	3,93	8,65	8,72	8,79	8,86
	25		94,3	74,0	5,89	3466	6,06	6733	5494	7,63	1438	3,91	8,74	8,81	8,88	8,95
	30		111,5	87,6	6,07	4020	6,00	8130	6351	7,55	1688	3,89	8,83	8,90	8,97	9,05
220	14	21	60,4	47,4	5,93	2814	6,83	4941	4470	8,60	1159	4,38	9,31	9,37	9,45	9,52
	16		68,6	53,8	6,02	3175	6,81	5661	5045	8,58	1306	4,36	9,35	9,42	9,49	9,56
250	16	24	78,4	61,5	6,75	4717	7,76	8286	7492	9,78	1942	4,98	10,55	10,62	10,68	10,75
	18		87,7	68,9	6,83	5247	7,73	9342	8337	9,75	2158	4,96	10,59	10,65	10,72	10,80
	20		97,0	76,1	6,91	5765	7,71	10401	9160	9,72	2370	4,94	10,62	10,69	10,76	10,83
	22		106,1	83,3	7,00	6270	7,69	11464	9961	9,69	2579	4,93	10,67	10,74	10,81	10,88
	25		119,7	94,0	7,11	7006	7,65	13064	11125	9,64	2887	4,91	10,72	10,79	10,86	10,93
	28		133,1	104,5	7,23	7717	7,61	14674	12244	9,59	3190	4,86	10,78	10,85	10,92	10,99
	30		142,0	111,4	7,31	8177	7,59	15753	12965	9,56	3389	4,89	10,82	10,89	10,96	11,03

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу **«Технічна реконструкція будівель»**. Частина 1. **«Підсилення залізобетонних конструкцій»** (для студентів 4-5 курсів денної та заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти напрямку підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво»).

Укладачі: Молодченко Генадій Анатолійович,
Псурцева Ніна Олексіївна,
Пустовойтова Оксана Михайлівна

Відповідальний за випуск: О.М. Шаповалов

Редактор: М.З.Аляб'єв

План 2006, поз. 281

Підп. до друку 25.06.2007
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60×84 1/16
Ум. друк. арк. 1.6
Тираж 150 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 731 від 19.12.2001